UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

DEPARTAMENTO CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA AGROINDUSTRIAS

TÍTULO

APROVECHAMIENTO AGROINDUSTRIAL DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR DE LA PROVINCIA DE PASTAZA PARA LA OBTENCIÓN DE PAPEL ECOLÓGICO

AUTOR

Betty Michelle Barros Herrera

Kely Shakira Grefa Huatatoca

DIRECTOR DEL TRABAJO

Dr. Luis Ramón Bravo Sánchez PhD.

Puyo – Ecuador

Enero 2021

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Quienes suscriben Betty Michell Barros Herrera con C.I. 1850729813 y Kely Shakira Grefa Huatatoca con C.I. 1500957749, hacen constar que son autoras del Trabajo de Integración Curricular titulado: Aprovechamiento agroindustrial del bagazo de caña de azúcar de la provincia de Pastaza para la obtención de papel ecológico, el cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del director de dicho trabajo, Dr. Luis Ramón Bravo Sánchez PhD. En tal sentido, manifestamos la originalidad de la conceptualización del trabajo como interpretación de datos y elaboración de conclusiones dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

En el cantón Pastaza, a los 29 días del mes de enero del 2021.



…….

Betty Michell Barros Herrera

C.I: 1850729813



…….

Kely Shakira Grefa Huatatoca

C.I: 1500957749

CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El tribunal de sustentación del proyecto de investigación/ trabajo de Integración Curricular aprueba el proyecto de investigación/ trabajo de Integración Curricular titulado: Aprovechamiento agroindustrial del bagazo de caña de azúcar de la provincia de Pastaza para la obtención de papel ecológico.

Firmado electrónicamente por:
AMAURY PEREZ

Dr. Amaury Pérez Martines

Presidente del Tribunal

Firmado electrónicamente por:
AIDA SALOME ROMERO

Msc Aida Salome Romero Vistin

Miembro del tribunal

Firmado electrónicamente por:
EDWIN FERNANDO BASANTES BASANTES

Msc Edwin F. Basantes Basantes

Miembro del tribunal

CERTIFICADO DE PORCENTAJE DE SIMILITUD OBTENIDO EN EL SISTEMA ANTI PLAGIO

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

Certificado No. 40-SAU-UEA-2021

Puyo, 18 de febrero de 2021

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente a las estudiantes: BARROS HERRERA BETTY MICHELL con C.I. 1850729813 y GREFA HUATATOCA KELY SHAKIRA con C.I. 1500957749, con el Tema: **"APROVECHAMIENTO AGROINDUSTRIAL DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR DE LA PROVINCIA DE PASTAZA PARA LA OBTENCIÓN DE PAPEL ECOLÓGICO."**, de la carrera, Ingeniería Agroindustrial. Director de la investigación Dr.C.Luis Bravo, Phd., ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 7%, Informe generado con fecha 18 de febrero de 2021 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
ITALO MARCELO

Ing. Italo Marcelo Lara Pilco M.Sc.
ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND – UEA - .

DERECHOS DE AUTOR

©2020, Betty Michelle Barros Herrera y Kely Shakira Grefa Huatatoca

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el derecho de autor.

DEDICATORIA

El presente trabajo de integración curricular está dedicado a Dios por estar presente en cada una de mis oraciones y brindarme durante todo este tiempo sabiduría, conocimiento y salud.

A mi madre quien con mucho esfuerzo me brindo la oportunidad y recursos para culminar mi carrera universitaria, de igual forma a mi abuelo quien con su afecto y cariño fueron los detonantes de mi felicidad.

A mis hermanos por confiar en mí, principalmente a mi hermano mayor quien ha estado presente cada vez que lo necesité brindándome su apoyo incondicional.

A mis amistades más cercanas que siempre me apoyaron en mi camino por la Universidad. A todos les dedico este trabajo que ha sido realizado con mucho esfuerzo.

Betty Michelle Barros Herrera

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación se lo dedico primeramente a Dios, guiador en mi camino colmándome de entendimiento para realizar las cosas.

A mis padres Fidel e Bertila quienes me han brindado todo su amor y apoyo en cada instante de mi vida, inculcándome valores para seguir siempre por el camino del bien, sencillez, trabajo y perseverancia en todos los actos de mi existencia.

A mis hermanas quienes siempre están presentes en mi vida y de alguna u otra forma han sido un valioso aporte para poder culminar este objetivo.

A mis maestros quienes me impartieron sus conocimientos con gran dedicación y empeño, a todos ellos también les expreso mi más sincero agradecimiento y de manera muy especial a la Universidad Estatal Amazónica la cual me abrió sus puertas y me dio la oportunidad de desarrollarme profesionalmente.

Kely Shakira Grefa Huatatoca

AGRADECIMIENTO

Mi reconocimiento de gratitud a la Universidad Estatal Amazónica, los Catedráticos de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial, quienes, con sus conocimientos y experiencia, contribuyeron con nuestra formación. Quiero dejar constancia de mi agradecimiento al Dr. Bravo Sánchez Luis Ramón PhD. quien como Director de Tesis nos ha apoyado el desarrollo y culminación del presente trabajo de investigación.

Betty Michelle Barros Herrera

Kely Shakira Grefa Huatatoca

RESUMEN

Este trabajo de investigación trata sobre el aprovechamiento del bagazo de la caña de azúcar. Se analizó que para los sectores paneleros en la ciudad del Puyo existe la necesidad de implementar un proyecto viable que cuente con la capacidad de transformar los residuos generados durante el proceso de producción de la panela, para que de esta manera el bagazo sea de utilidad en la fabricación de otros nuevos productos, en este caso, se propone la elaboración de papel ecológico a partir de estos residuos. Se encontró, a través de la revisión bibliográfica que las características físico-químicas del bagazo lo hacen apto para su utilización como materia prima para la fabricación de papel, ya que está compuesto por fibras ricas en celulosa que pueden aprovecharse al 100%, evitando dejar a la intemperie este residuo agroindustrial y de esta manera disminuir el impacto ambiental que esto ocasiona. La revisión bibliográfica acerca de los diferentes procesos para la obtención de papel a nivel mundial o nacional, indica que el 90% de fábricas utilizan arboles como materia prima principal, ocasionando daños a la biodiversidad, por lo que algunas empresas buscan la viabilidad de mejorar el aprovechamiento de diferentes residuos que contengan celulosa como el bagazo de la caña de azúcar. Finalmente, puede decirse que el papel ecológico proviene de procesos amigables al medio ambiente en los que se utiliza como materia prima al bagazo de la caña, sin embargo, para mejorar las características del papel es recomendable combinar con diferentes pastas provenientes del reciclaje de residuos de la madera, colocando en la etapa de Pulpado una cantidad mínima de productos químicos, siendo, además, un proceso más rentable que los procesos de fabricación de papeles comunes.

Palabras clave: Bagazo de caña de azúcar, papel ecológico, panelera

ABSTRACT

This research work deals with the use of bagasse from sugar cane. It was analyzed that for the panela sectors in the city of Puyo there is a need to implement a viable project that has the capacity to transform the waste generated during the panela production process, so that in this way the bagasse is useful in the manufacture of other new products, in this case, the elaboration of ecological paper from these residues is proposed. It was found, through the bibliographic review that the physical-chemical characteristics of bagasse make it suitable for use as raw material for the manufacture of paper, since it is composed of fibers rich in cellulose that can be used 100%, avoiding leaving This agroindustrial waste is exposed to the elements and thus reduces the environmental impact that this causes. The bibliographic review about the different processes for obtaining paper at the global or national level indicates that 90% of factories use trees as the main raw material, causing damage to biodiversity, so some companies seek the viability of improving the use of different residues that contain cellulose such as bagasse from sugar cane. Finally, it can be said that ecological paper comes from environmentally friendly processes in which sugarcane bagasse is used as raw material, however, to improve the characteristics of the paper it is advisable to combine it with different pulps from the recycling of waste wood, placing in the pulping stage a minimum number of chemical products, being, in addition, a more profitable process than the manufacturing processes of common paper.

Keywords: Sugarcane bagasse, ecological paper, panela factory.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN 1
1.1 Planteamiento del problema 2
1.2 Objetivos 2
1.2.1 Objetivo general: 2
1.2.2 Objetivos específicos: 2
1.3 Justificación 2
CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA 4
2.1 Bagazo 4
2.1.2 Estructura del bagazo 5
2.1.3 Utilización 5
2.1.4 Proceso de obtención del Bagazo 6
2.2 Celulosa 6
2.2.1 Propiedades 7
2.2.2 Utilización 7
2.3 Papel 7
2.3.1 Proceso de obtención de papel 7
2.3.2 Papel ecológico 9
2.3.3 Características físicas 9
2.3.4 Funcionalidad 9
2.3.5 Tipos de papeles 9
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 11
3.1Tipo o Diseño de Investigación: 11
3.2 Métodos de Investigación: 11
3.2.1 Características físico-químicas del bagazo de caña de azúcar que permiten su aprovechamiento en la fabricación de papel. 11
3.2.2 Procesos de elaboración de papel ecológico 12

3.2.3 Propuesta de un proceso de producción para la elaboración de papel ecológico a partir de bagazo de caña de azúcar a ser aplicado en el futuro en la ciudad de Puyo. 13
CAPÍITULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS 15
4.1 Resultados 15
4.1.1 Caracterización físico química del bagazo 15
4.1.2 Variedades de cultivos que se siembran en la provincia de Pastaza 16
4.3. Proceso de elaboración de papel ecológico 20
4.3.1 Situación a nivel mundial 20
4.3.2 Situación a nivel nivel nacional 21
4.3.3 Situación a nivel local 23
4.4 Propuesta de un proceso de producción para la elaboración de papel ecológico a partir de bagazo de caña de azúcar a ser aplicado en el futuro en la ciudad de Puyo. 23
4.4.1 Proceso para la elaboración de papel ecológico 23
4.5 Conclusiones 31
4.6 Recomendaciones 32
REFERENCIAS 33
APENDICES Y/O ANEXOS 38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Composición física del bagazo 15
Tabla 2 Composición del bagazo en base seca 15
Tabla 3 Composición química del bagazo 16

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Bagazo de caña de azúcar 4
Figura 2. Diagrama de proceso de la obtención de bagazo 6
Figura 3. Variedades cultivadas de caña 17
Figura 4. POJ 93 Limeña 18
Figura 5. Variedad Pauteña 18
Figura 6. Cubana Blanca POJ 2879 19
Figura 7. Cubana Blanca POJ 2878 19
Figura 8. Proceso para la elaboración de papel ecológico 24
Figura 9. Equipo para el desmedulado o Triturado del bagazo 25
Figura 10. Digestor 26
Figura 11. Lavado y Depurado 27
Figura 12. Máquina de papel 27
Figura 13. Máquina de prensado 28
Figura 14. Máquina de secado 29
Figura 15. Máquina de lisado. 29
Figura 16. Bobinado de Papel 29
Figura 17. Cortado de papel 30

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 38

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

Etimológicamente, la palabra papel proviene del papiro, el medio utilizado por los egipcios para escribir. Pero de hecho no fue hasta el 105 d.C. cuando en China que comenzó con la fabricación de papel similar a la actual. Al consejero del emperador se le ordenó hacer papel a base de bambú, morera, arroz, paja, seda, etc. Durante mucho tiempo, esta tecnología ha sido el secreto de los chinos. En la actualidad desde el bosque hasta la disposición final, pasando por la industria del papel, el ciclo de vida del papel es la causa de la degradación ambiental. En todas partes de la tierra. Las estadísticas sobre el consumo de papel per cápita se citan a menudo como un indicador del nivel de vida de un país. Desafortunadamente, también se puede utilizar como indicador de la contribución a la contaminación del agua, el aire y el agua piso deforestación y producción de basura (Acosta P. , 2020).

Actualmente, el bagazo tiene usos más importantes en la industria, y el proceso de fabricación optimiza las fibras naturales desechadas por los agricultores, debido a que los residuos obtenidos de la caña de azúcar dan lugar a diversos productos, como la elaboración de papel ecológico. La caña de azúcar es un cultivo de gran relevancia a nivel mundial, se extrae sacarosa del tallo, que es uno de los principales proveedores de energía en la alimentación humana, este cultivo tiene una amplia variedad de producción, y la pulpa de bagazo se utiliza actualmente en diferentes proporciones de empastes finales para el procesamiento de diversos papeles, tales como: papel de envolver, papel de impresión y papel de escribir, bolsas multicapa, papel corrugado, cartulina blanqueada, papel prensa y papel base de cobertura (Ramírez, 2016).

En el Ecuador el bagazo de caña no es un producto que ha sido explotado correctamente, incluso ha sido desperdiciado y quemado, perdiendo así un importante producto. Recordemos que el bagazo es uno de los principales subproductos de la caña, es un recurso natural que presenta características muy interesantes, por su bajo valor económico y además contamos con él en abundancia. Por lo tanto, tiene un creciente potencial como materia prima para la industria. Productora Cartonera S.A. (PROCARSA), es una empresa que dispone de una variedad de productos obtenidos a partir de bagazo de caña de azúcar, ubicada en la ciudad de Eloy Alfaro, cantón Durán en Guayas entre su producción se encuentra la fabricación de papel, utilizando materiales reciclados y reutilizando energía y agua, se esfuerza por minimizar el impacto en el medio ambiente en todas las etapas del proceso (Baeza, 2017).

1.1 Planteamiento del problema

La gran cantidad de bagazo producido por grupos de pequeños productores de panela en la provincia de Pastaza y sus alrededores no es aprovechada como materia prima para un proceso de fabricación de un producto debido a que en la mayoría de los casos el bagazo es dejado a la intemperie, generando contaminación ocasionada por la degradación lo cual conduce a una crisis ecológica y problemas ambientales globales. Además, el bagazo es utilizado para actividades como: alimentación de animales y como combustible natural, pues se considera una fuente de energía que se utiliza sobre todo en la industria azucarera (Intriago, 2017).

Independientemente de todos los usos anteriormente descritos, todavía existe un exceso en la generación de este residuo agroindustrial, por lo que puede ser aprovechado en otras producciones como la industria papelera, la fabricación de muebles, etc.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general:

- Analizar el aprovechamiento agroindustrial del bagazo de caña de azúcar de la provincia de Pastaza para la obtención de papel ecológico.

1.2.2 Objetivos específicos:

- Determinar sobre la base de una revisión bibliográfica, las características físico-químicas del bagazo de caña de azúcar que permiten su aprovechamiento en la fabricación de papel.
- Identificar a partir de la revisión bibliográfica los diferentes procesos de elaboración de papel ecológico utilizados a nivel mundial, nacional, regional o local.
- Proponer un proceso de producción para la elaboración de papel ecológico a partir de bagazo de caña de azúcar a ser aplicado en el futuro en la ciudad de Puyo.

1.3 Justificación

La presente investigación es un mecanismo para conocer la viabilidad al aprovechamiento del bagazo de la caña de azúcar como materia prima, para utilizarlo en la fabricación de papel ecológico, con el fin de contribuir a disminuir la contaminación del medio ambiente. La puesta en marcha del presente proyecto de investigación,

permitirá dar un diferente uso a los residuos del bagazo de la caña de azúcar para la creación de productos muy diferenciados a base de este componente esencial y no dañino en este caso papeles ecológicos a partir del bagazo de la caña de azúcar el cual contiene gran cantidad de fibras que pueden ser utilizados para diferentes usos. Actualmente, los ecosistemas son alterados continuamente por la acción humana, en la mayoría de los casos con actividades que llevan a la contaminación constante, por lo que existe una emergencia ambiental debido a que el ser humano es el autor intelectual y único responsable del desorden existente (Boarini, 2006).

CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Bagazo

El Bagazo se obtiene de la extracción del jugo de la caña de azúcar y cuando se termina de exprimir el jugo pasa a ser un producto residual para el agricultor, considerado como desperdicio que generalmente es quemado, aunque un uso actualmente que le dan algunas personas es para el proceso de molino de pulpa. El bagazo además es un residuo fibroso obtenido del prensado y extracción de los jugos de la caña, formado mayoritariamente de agua, fibra celulosa y pequeñas cantidades de sólidos solubles Su composición variará dependiendo del tipo de caña, su madurez, método de cosecha y la eficiencia del ingenio. Otro uso que se le da son los filamentos del bagazo, los cuales se comercializan como combustible ya que el bagazo tiene una gran cantidad de poder calorífico, además el bagazo de caña al ser una materia prima residual su costo de compra es muy bajo, entonces se podría aprovechar esta materia residual para procesarlo y transformarlo en papel ecológico con el ambiente (Krystle & Daza, 2016) (figura 1).



Figura 1. Bagazo de caña de azúcar.
Fuente: (Ricco, 2018).

Origen geográfico

La caña de azúcar es uno de los cultivos más viejos en el mundo, se cree que empezó hace unos 3.000 años antes de cristo (A.C), como un tipo de césped en la isla de Nueva Guinea y de allí se extendió a Borneo, Sumatra e India. Mucho tiempo después, en el año 642 a. C. los persas invadieron la India, de la que adoptaron el cultivo de la caña. Por el año 510 a.C. los soldados del rey persa Darío se referían a ella como esa caña que da miel sin necesidad de abejas. Su cultivo se siguió extendiendo: en el siglo VII d. C. los árabes conquistaron lo que fue Persia y, tan aficionados al dulce,

llevaron el azúcar a otro de sus territorios conquistados: el norte de África y fue ahí donde los químicos egipcios perfeccionaron su procesamiento y la empezaron a refinar. El azúcar llegó a Europa en la Edad Media, donde se usó para condimentar toda clase de alimentos (Becerra, 2016).

2.1.2 Estructura del bagazo

- **Fibra:** Fibras relativamente largas, derivadas principalmente de la corteza y otros haces de fibra del interior del tallo.
- **Meollo:** Se deriva del parénquima, parte de la planta donde se almacena el jugo que contiene el azúcar.

2.1.3 Utilización

El bagazo de caña de azúcar es uno de los residuos agrícolas más versátiles y útiles para ser reutilizado en muchas aplicaciones. Con el avance de la tecnología y el surgimiento de repensar la manera en que se satisfacen muchas necesidades, se logra diversificar sus aplicaciones (Radillos & Salazar, 2015).

- **Tablas de fibras prensadas:** Hecho con el método de afieltrado en el cual se entrelazan las fibras por medio de presión para lograr tablones sólidos.
- **Tableros aglomerados:** Combinación de fibras de celulosa con aglutinantes, pegamentos o presiones para lograr un material utilizable en la construcción.
- **Alfa-Celulosa:** Utilización de las partículas finas del bagazo para la elaboración de rayón y altos explosivos.
- **Camas para ganado:** Utilizado como relleno en camas para vacas y otras bestias.
- **Plásticos:** Utilización de la lignina presente en el bagazo para la elaboración de productos plásticos.
- **Xilitol de bagazo:** Conocido también como “azúcar de madera,” endulzante para diabéticos.
- **Bagazo Hidrolizado:** Utilizado como alimento para ganado.
- **Papel:** La pulpa de bagazo es utilizada para la fabricación de envolturas, papel higiénico, pañuelos faciales, toallas, papel corrugado, y cartón.

2.1.4 Proceso de obtención del Bagazo

1. **Recepción de la Materia Prima:** La recepción de la caña es la etapa inicial para la obtención de bagazo, a su ingreso la caña de azúcar es pesada y analizada en el laboratorio para determinar la cantidad de sacarosa que contiene.
2. **Extracción:** La forma como se extrae el jugo de la caña se produce mediante una máquina de funcionamiento eléctrico, la cual contiene dos rodillos uno superior y otro inferior los mismo que aplastan la caña cuando se introduce por la mitad, este proceso lo repiten unas 2 o 3 veces de manera que se pueda extraer en su totalidad en forma líquida el azúcar por medio de un canal hacia un contenedor que tiene la máquina.
3. **Lavado:** Cuando se extrae el jugo de la caña no siempre se lo extrae al 100 % el azúcar, el residuo sin cáscara posee 22,38% de azúcar total y 21.30% de libra total; y el residuo con cáscara 25.59% y 16,37% de libra. Es por esto que se aplicó el método de lavado con flujo abundante que consiste en dejar en remojo por 24 horas. En la figura 2 se ofrece un diagrama de bloques en el que se aprecia la obtención de bagazo de caña de azúcar, basado en el presente estudio bibliográfico.



Figura 2. diagrama de proceso de la obtención de bagazo.
Fuente: (Quintero, 2016).

2.2 Celulosa

Es el componente más simple encontrado en el material lignocelulósico de las plantas, es el polímero más abundante en la biosfera. Está compuesto por un polímero de residuos de D-glucosa unidos a enlaces β 1-4. Debido a su estructura, composición

química Celulosa 50 % Lignina 25 % Hemicelulosa 25 % 17 las cadenas de celulosa se unen por puentes de hidrógeno intermoleculares formando agregados como las microfibrillas. Adicionalmente se puede afirmar que la celulosa es el elemento más importante que compone las paredes celulares de árboles y ciertas plantas, su forma es parecida al cabello humano y se encentra dentro de las fibras vegetales (López, 2016).

2.2.1 Propiedades

La celulosa está conformada por la unión de unidades menores de azúcar orgánico, o sea, sacáridos, en una cadena larga y compacta. Es insoluble en agua **y** alcohol**,** y tiene un peso molecular muy variable. Como otros carbohidratos de origen biológico, la celulosa es combustible, reaccionando con oxidantes fuertes de manera exotérmica (Aguilar, 2010).

2.2.2 Utilización

Siendo tan fácil de obtener por vías naturales o artificiales, la celulosa forma parte de las materias primas más procesadas del mundo, especialmente en la fabricación de papeles, cartones, maderas artificiales, fibras naturales, sedas artificiales o celuloides (Velázquez, 2013)**.**

2.3 Papel

Es un material compuesto por celulosa que se transforma en pasta en procesos mecánicos o químicos. Dependiendo del proceso a que se someta, se da origen a distintos tipos de papel, como por ejemplo para escribir, dibujar, imprimir y envolver, entre otros.

2.3.1 Proceso de obtención de papel

1. Extracción y pre tratamiento de la madera: En esta etapa del proceso se realiza en primer lugar un descortezamiento de la madera y posteriormente se convierte en astillas pequeñas de tamaño homogéneo.

2. Preparación de la pulpa o pasta: Este es el segundo paso que se debe realizar en la fabricación del papel. En realidad, lo que se hace es “poner” a esa pulpa en condiciones de “hacer” papel.

La preparación de la pulpa de papel emplea diferentes métodos de los cuales recibe su nombre:

•Pulpa Mecánica: En esta se emplean procedimientos físicos. Se usa la abrasión triturando la madera entre placas metálicas con el fin que se separen las fibras de celulosa.

•Pulpa Química: se disuelve químicamente la lignina que se encuentra en la madera, con lo cual se separan éstas sin dañarse de forma sustancial. En estos procesos se eliminan muchos de los componentes no fibroso de la madera.

3. Blanqueo: El blanqueo es un proceso dirigido en varias etapas mediante el cual se refina y aclara la pulpa en bruto.

La principal razón del blanqueo de la pulpa es la de eliminar el contenido de lignina residual evitando así causar daños en la calidad de la fibra ya que la lignina produce una decoloración marrón en el papel final.

Los principales agentes químicos blanqueadores son los siguientes:

- **Blanqueo convencional:** Utiliza Cl_2, ClO_2 y NaOH en diferentes secuencias y proporciones. Blanqueo ECF (libre Cl_2): No utiliza Cl_2, el que se reemplaza con ClO_2. También se puede incluir H_2O_2, O_2, O_3 y enzimas.
- **Blanqueo TCF (libre de Cl_2 total):** No utiliza cloro en ninguna forma. También usa H_2O_2, O_2, O_3 y enzimas.
- **Tratamiento con ozono:** Es alternativa para eliminar totalmente la utilización de cloro, produciendo la llamada pulpa TCF (Total Chlorine Free). Tratamiento con
- **Peróxido:** El peróxido de hidrógeno sirve únicamente para incrementar el brillo de la pulpa
- **Tratamiento con peróxido:** El peróxido de hidrógeno sirve únicamente para incrementar el brillo de la pulpa.
- **Aditivos**: Son productos que se añaden para cambiar las principales características del papel. Los más empleados son: Cargas y pigmentos. Colorantes Agentes de blanqueo óptico (A.B.O.) Resinas dar resistencia en húmedo.
- **Auxiliares.** Son aquellos que no modifican de manera importante las propiedades del papel. Los más empleados son: Antiespumantes, microbicidas, retentivos.

4. Preparación del material: La hechura del papel consiste en el posterior tratamiento del material, formación de lámina, presión (para reducir el contenido de agua) y secado.

5. Conversión: Esta etapa del proceso se hace referencia a todo lo relacionado al corte, doblado, acabado y empaquetado del papel al final de la línea de producción (Zambrano Y. , 2014) .

2.3.2 Papel ecológico

Es aquel en cuyo proceso de producción se han tenido en cuenta criterios de sostenibilidad y de respeto al medio ambiente, con el fin de minimizar el impacto ambiental que, como todo proceso industrial, tiene la fabricación del papel. Es decir, el concepto de "ecológico" se refiere al seguimiento de unas buenas prácticas a lo largo de todos los procesos de producción, de forma similar a lo que ocurre en el caso de los alimentos ecológicos (Hervas, 2012).

2.3.3 Características físicas

Es un papel sin blanquear, sin tratamiento químico ni derivados del petróleo, totalmente libre de tóxicos.

- El marrón es su color natural.
- 100% ecológico y reciclable.
- Alta resistencia.

Su estética natural ha hecho que sea un material muy empleado en los últimos años en el sector del diseño.

2.3.4 Funcionalidad

El papel protege diferentes tipos de producto, pero no se trata solamente de eso además reduce el impacto ambiental a lo largo de todo su ciclo de vida uso y consumo sostenible de los recursos naturales y de la energía; control de las emisiones al aire, agua y suelo; correcta gestión de los residuos industriales; minimización de la producción de ruidos y olores etc. (Torres, 2018).

2.3.5 Tipos de papeles

Servilletas y Toallas de Papel: El proceso de fabricación de Servilletas y Toallas de Papel, a partir del bagazo de caña de azúcar, se inicia con la transformación de la pulpa de bagazo a papel con el gramaje de correspondiente, como parte de su contribución al medio ambiente, no usa árboles de ningún tipo para su proceso de fabricación; evita la

tala de árboles que hoy en día se hace de manera indiscriminada, tala que genera la pérdida de biodiversidad y reduce la disponibilidad de oxígeno en la atmósfera, a la par que aumenta el CO_2 que tantos problemas está causando a la biósfera.

Fundas de papel: El papel caña es elaborado a base de fibra de caña de azúcar. Es un material biodegradable y reciclado, lo cual puede ser reutilizado como materia prima para elaborar otros papeles. Un material ideal para tus empaques ecológicos. El color del papel se identifica por un tono nítido y claro.

Papel de cuaderno: También llamado papel bagazo, es una alternativa ecológica al papel tradicional. El papel de caña de azúcar se hace a partir de los subproductos de la fabricación del azúcar y no es diferente ni en apariencia ni en calidad al papel regular. Estudios han demostrado que el proceso de manufactura del papel proveniente de la caña de azúcar inclusive usa considerablemente menos lejía, agua y energía que el papel regular. El papel de la caña de azúcar es una alternativa ecológica y económica al papel regular.

Papel fibras recicladas (maíz, lavanda y oliva): Gama ecológica de papeles elaborados con residuos de procesos de productos orgánicos (cítricos, maíz, aceitunas, café, kiwis, avellanas y almendras) para reemplazar hasta un 15% la pulpa del árbol virgen. Contiene 30% de desechos reciclados post-consumo. Se produce con 100% de energía verde, lo que reduce en un 20% la huella de carbono.

Semillas (manzanilla): El papel plantable es un papel hecho a mano, 100% celulosa, sin aditivos, en el que se han mezclado semillas, en este caso de manzanilla. Se puede escribir sobre el papel, plantarlo en una maceta, regarlo y a los pocos días nacerán las flores.

Papel 100% algodón: Papel 100% algodón de altísima calidad. Puro, suave, elegante y con un gran volumen. Sentirlo es crear. Compuesto por las fibras de celulosa de algodón más puras y totalmente libre de cloro elemental. El resultado es un material preciado 100% sostenible.

Papel de alga: El concepto único de reutilización de las algas cuenta con el patrocinio de la UE. La recolección de las algas, su secado y posterior uso como reemplazo de la celulosa en la fabricación de este papel, dio una solución al problema no deseado de las algas, dando lugar a un producto ecológico, bonito y único.

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1Tipo o Diseño de Investigación:

Se realizó una investigación teórica con un enfoque documental, la misma que se ajustó a la selección y recopilación de información por medio de la lectura crítica de documentos y materiales bibliográficos, con el fin de contar con antecedentes para profundizar en las teorías y aportaciones ya emitidas sobre el tema de estudio y poder hacer una propuesta que pueda implementarse a futuro para la fabricación ecológica de papel.

3.2 Métodos de Investigación:

Para la revisión bibliográfica se analizaron artículos científicos de revistas indexadas de prestigio internacional, gestionados a través de bases de datos como: Science Direct y Google Scholar.

3.2.1 Características físico-químicas del bagazo de caña de azúcar que permiten su aprovechamiento en la fabricación de papel.

Para cumplir con lo planteado en la presente revisión bibliográfica respecto a las características físicas - químicas del bagazo, se identificaron las variedades de cultivos que se siembran en la provincia de Pastaza, mediante ello obtener como materia prima principal al bagazo de la caña de azúcar para la elaboración de papel ecológico y así establecer toda la línea de producción.

Las variedades de la caña de azúcar implican de manera distinta en cuanto a las condiciones del suelo, clima, y manejo agronómico. El efecto fisiológico de la sequía afecta de manera contundente sobre las plantaciones en el que se involucra una serie de procesos metabólicos que en la mayoría de los casos se refleja en una disminución del rendimiento del cultivo al igual que cuando contiene mucha humedad los procesos fisiológicos tienden a bajar su incidencia (Bueaño, 2009).

Desde el punto de vista de la composición química de las fibras del bagazo, el contenido de celulosa es alto, con un porcentaje de 40-43%, además, las pastas que son elaboradas a partir de este material generan casi siempre papeles porosos de modo que presentan poca resistencia al desgarramiento y poca opacidad; para obtener un buen papel, resistente y de calidad, se requiere realizar combinación con fibras largas vírgenes y recicladas (Vargas, 2018).

El bagazo de la caña de azúcar contiene tres componentes principales como: las fibras vasculares compuesta por fibras cortas y corticales que prácticamente son más largas y el parénquima. El bagazo posee aproximadamente un 20% de fibras vasculares, 55% fibras corticales y 25% (Vargas, 2018).

(Martínez & José, 2012) reportan el análisis de la fibra de bagazo de caña el cual se identificó una fibra con una longitud de 1,50 mm, el ancho de fibra de 20 μm, sobre todo al rasgado lo que indica que el papel presentará buena resistencia a la tracción, por tener un mayor grosor de la hoja, Cuanto menor es la relación largo/ancho, Cuanto más flexible sea la fibra, mayor será la posibilidad de producir papel de alta calidad. El bagazo tiene un alto valor, lo que significa que su pared de fibra celular y su rigidez es de tamaño mediano. Además de su contenido de celulosa, este coeficiente también tiene un impacto significativo en la resistencia al desgarro. De lo anterior puede verse que la calidad de la fibra de bagazo es adecuada para la fabricación de papel.

3.2.2 Procesos de elaboración de papel ecológico

Seguidamente, se analizaron, a partir de revisiones bibliográficas, los procesos de elaboración de papel ecológico, partir de los cuales se va a describir un proceso para su fabricación.

En la elaboración de papel a nivel mundial existen países más destacados como China, Canadá, Italia, Finlandia entre otros, y se utilizan materias primas tales como: residuos de madera y también el bagazo de la caña de azúcar. El proceso para la elaboración de papel ecológico a partir del bagazo de la caña de azúcar a nivel mundial empieza desde el campo hacia la industria; el bagazo es una materia prima principal para ser aplicado y utilizado como fibra para fabricación de pasta de papel (Gonzales, 2016).

Para la obtención de papel a nivel mundial y nacional se realizó mediante proceso a la sosa este compuesto sirve para diferentes variedades de materias primas es de uso general se aplica en el proceso de cocción adicionando soda caustica con la finalidad de eliminar la lignina que une a las fibras, normalmente son llevados a cabo a alta temperatura y presión en las industrias papeleras, la pulpa que se obtiene es de gran volumen y demuestra un color claro con una característica de calidad.

El proceso de obtención de papel es mecánico para obtener pastas mecánicas primero se requiere triturar el bagazo de la caña de azúcar contra un sistema de

martillos que nos permite aprovechar al máximo las materias primas separando las fibras de las medulas. Luego se agregan agua y calor para obtener fibras limpias libre de impurezas, posteriormente para el Pulpado por medios mecánicos mediante la acción de las maquinas hace que rompa estas fibras separando la lignina que no se utiliza para la fabricación de papel, por lo que la pasta resultante es más débil que la separada de forma quimica. La lignina que une la celulosa a la hemicelulosa no se disuelve, solo ablanda, lo que permite que las fibras se asienten fuera de la estructura del bagazo (Herrera, 2019).

La pasta mecánica se considera pulpa de alto rendimiento porque más del 90% del bagazo se convierte en pasta. Este tipo de pasta contiene fibras cortas y débiles y una gran cantidad de lignina (el proceso no puede eliminar completamente la lignina), por lo que se puede utilizar para producir papel de periódico u otro papel menos resistente. Además, debido al contenido de lignina en estos productos, se verán afectados por la "reversión del brillo", es decir, la luz solar hará que el papel sea más oscuro. (Lara, 2012).

La producción de papel ecológico puede consistir en fabricarlo a partir de la celulosa que contienen las fibras del bagazo de la caña de azúcar que luego se procesa hasta obtener una pasta. Este método utiliza sosa cáustica para degradar el bagazo en un digestor a presión. De la duración de la cocción y la cantidad de productos químicos necesarios depende que el papel sea mucho más o menos ecológico, así como del tiempo de la degradación. Al realizar una cocción rápida a una presión relativamente baja, la concentración de productos químicos puede alcanzar el 24% según el peso del bagazo seco (Caza, 1954).

3.2.3 Propuesta de un proceso de producción para la elaboración de papel ecológico a partir de bagazo de caña de azúcar a ser aplicado en el futuro en la ciudad de Puyo.

Finalmente se propone, sobre la base del estudio anterior, un proceso amigable al medio ambiente que permita la fabricación de papel a partir de la materia prima (bagazo de caña de azúcar) disponible en la ciudad de Puyo.

La caña de azúcar es un recurso natural de alto rendimiento en la ciudad del Puyo, que ha hecho un gran aporte al desarrollo del país, de modo que la cosecha se realiza de forma manual durante todo el año y se puede regenerar en un corto período de tiempo. La fibra de la caña de azúcar es un residuo agroindustrial cuyo uso en la

fabricación de papel puede convertirla de gran utilidad para el cuidado del ambiente, este cultivo es uno de los principales rubros de la agricultura nacional, de mucha importancia en la economía y que una vez sometida al proceso industrial da como resultado una serie de subproductos, siendo el azúcar el principal a nivel nacional y a nivel de nuestra provincia es la panela (CONAN, 2007).

Actualidad la provincia de Pastaza cuenta con organizaciones y pequeños productores que tienen sus propios terrenos y cultivos de caña de azúcar, presentando así problemas por la excesiva producción de bagazo de caña de azúcar, tanto en su recolección como en su apropiado manejo. Diariamente se producen grandes cantidades de bagazo de caña de azúcar, teniendo como resultado, un impacto negativo en el medio ambiente debido al tiempo de descomposición y al volumen de residuos en el botadero. Por tal motivo en la presente revisión bibliográfica se analizó el aprovechamiento del bagazo en la provincia de Pastaza ya que a través de este residuo se pueden obtener en la actualidad una gran cantidad de productos, uno de ellos es el papel el cual podría ser fabricado en la ciudad del Puyo.

CAPÍITULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Resultados

4.1.1 Caracterización físico química del bagazo

Composición Física

El bagazo de la caña de azúcar es subproducto del proceso en el que se extrae el azúcar de la caña, está constituido por una parte sólida que consta con varias partes que suele ser llamada fibra y una parte líquida conocida como jugo, está compuesto por agua y sacarosa. Se designa fibra a todos los sólidos orgánicos insolubles en agua, que se encuentran en el tallo de la caña de azúcar los cuales se caracterizan por su heterogeneidad.

La composición física del bagazo de la caña de azúcar ha sido reportada por investigaciones previas (Vargas, 2018). Los siguientes resultados se muestran en la tabla 1.

Tabla 1

Composición física del bagazo

Fracciones	Porcentaje (%)
Fibra de bagazo	48
Sólidos insoluble	2-3
Sólidos solubles	2-3
Agua	50

Fuente: (ICIDCA, 2000).

Composición del bagazo en base seca

El bagazo de la caña de azúcar este compuesto por fibras de la corteza y fibras cortas del interior del tallo denominada como fibra verdadera, seguidamente la medula falsa se ubica en la zona central del tallo y por último se compone por finos, tierra y solubles sin embargo para determinar el contenido de la fibra y medula del bagazo se muestran en la tabla 2.

Tabla 2

Composición del bagazo en base seca

Fracción	Porcentaje (%)
Fibra de bagazo	55-60
Medula	30-35
Finos tierras y solubles	10-15

Fuente: (Melgar, 2012).

En la actualidad el bagazo no son utilizados en su totalidad, una parte de este riduo son dejados a la itermperie por ende, se ha demostrado que con mejoras tecnologicas es posible que el bagazo puede ser utilizado en diferentes aplicaciones.

Composición química

La fibra del bagazo de caña es un componente que debido a sus características es Insoluble en agua, está constituida a base de una mezcla de lignina, pentosanos, goma, grasas y materiales colorantes entre otros. Está compuesto principalmente por polímeros de celulosa, hemicelulosa y lignina también con un menor porcentaje de otros compuestos clasificados, que son cuerpos extraños, los mismo que forman parte para el proceso y la fabricación de una serie de productos como papel, entre otros (Arevalo, 2012).

En la tabla 3, se muestra el porcentaje de cada componente reportado por varios autores. Este porcentaje en el tallo es variable y depende de la variedad de caña, tipo de cultivo, su edad y condiciones de crecimiento, entre otros factores.

Tabla 3

Composición química del bagazo

Celulosa	Hemicelulosa	Lignina
30-50	15-35	10-20
38-50	17-32	15-30
42,8-45,0	22-35	26-32
45,5	27	21,1
40-60	20-40	10-25

Fuente: (Méndez, 2018).

4.1.2 Variedades de cultivos que se siembran en la provincia de Pastaza

La industrialización de la caña de azúcar ocupa el primer lugar en la provincia de Pastaza. Por tanto, se puede ver que la producción de caña de azúcar en la provincia ha traído grandes oportunidades a los habitantes de la provincia, como resultado de la producción hay aproximadamente 78 fábricas de Panela y 23 destiladores de alcohol.

Variedades

Las variedades de la caña de azúcar más cultivadas en la provincia de Pastaza son: la caña pauteña, limeña, cubana morada y blanca (CONAN, 2007).

La producción de caña en la parroquia Tarqui representa 198.75 ha y su producción de bagazo 7.9 t/d. La parroquia Fátima cuanta con una producción de caña 80.35ha y producción de Bagazo de 3.2 t/d. Se estima que la capacidad de bagazo en la provincia de Pastaza es de: 179,42 t/d en función de la cantidad de caña cultivada, siendo una cantidad representativa para su aprovechamiento en la obtención de papel (Méndez, 2018).

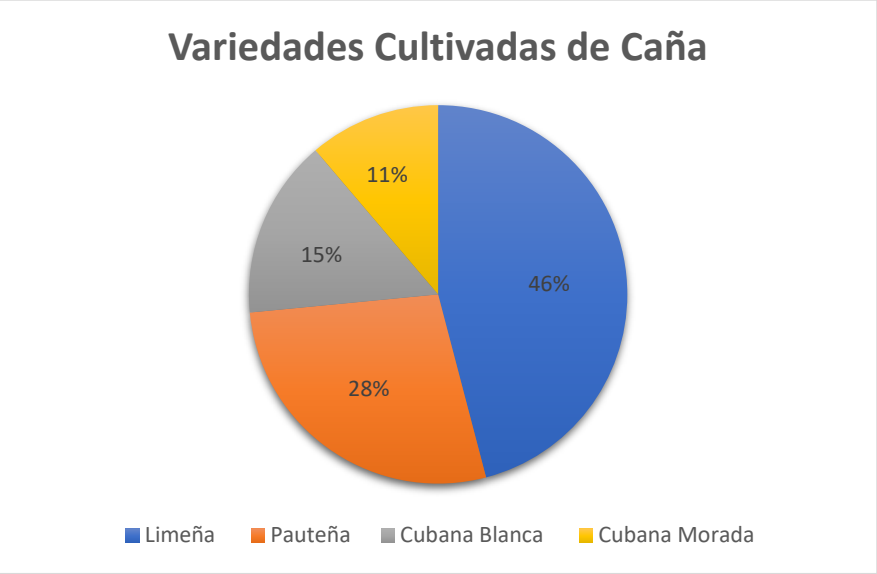

Figura 3 Variedades cultivadas de caña.
Fuente: (CONAN, 2007).

Variedad POJ 93 Limeña

Es la variedad de caña de azúcar más plantada y cultivada en la provincia de Pastaza localizada en la comunidad de Murialdo, Tarqui, y en la parroquia Fátima, el 90% corresponde al POJ 93 a demás se encuentran otras variedades como semilleros No soporta la existencia de malas hierbas y es muy exigente en el trabajo cultural. Es fácil de caer o voltear, y el rendimiento por tallo es de 80 toneladas / ha. El tallo pesa hasta 3 kilogramos y es propenso a plagas y enfermedades, cuando está completamente maduro se torna rojo y amarillo, los entrenudos son largos y gruesos, se puede comer directamente como fruto de la caña de azúcar (Figura 4) (Gualotuña, 2013).



Figura 4. POJ 93 Limeña.
Fuente: (Guanoluisa, 2014).

Variedad Pauteña

Se localiza en “Las Américas” y esta variedad de caña presenta un tallo amarillo verdoso de longitud alrededor de tres metros; el grosor del tallo es de unos 12 cm como norma general y la longitud media entre nodos suele ser de 14 cm. Las hojas verdes fuertes miden cerca de 1,30 m de largo y 8,5 cm de anchura. Tiene una gran cantidad de tallos generalmente más de 10 y es una variedad resistente a plagas, enfermedades y malezas (Gualotuña, 2013).



Figura 5. Variedad Pauteña.
Fuente: (Garza, 2016).

Cubana Morada POJ 2879

Se localiza en el kilómetro 4 vía a “10 de agosto” y en “Las Américas este cultivo cuenta con gran cantidad de pelusa la cual dura en la vaina de la hoja. La longitud de los entrenudos por lo general es de 25 cm, el tallo presenta un diámetro de 8 cm. Y longitud de 2,60 a 3m. Las hojas tienen una longitud de 1,30 a 1,40 m. El número

de tallos/planta en promedio es de 16, es susceptible al salivazo y picudo. (Quezada, 2007).



Figura 6. Cubana Blanca POJ 2879.
Fuente: (Plaza, 2009).

Cubana Blanca POJ 2878

Al igual que la anterior se localiza en el kilómetro 4 vía a "10 de agosto" y en "Las Américas"; es de tallos largos, con diámetro de mediano a grueso, de color amarillo verdoso, sus entrenudos son de longitud media, hojas abiertas, tiene abundante pelusa y se deshoja fácilmente, se adapta bien a diferentes ecologías, maduración tardía Jugo de buena calidad además facilita a la fácil clarificación dando como una alternativa por las propiedades de la producción de la biomasa y además se puede dar utilidad para producir caña de azúcar como forraje destinados para la alimentación animal, es resistencia al pisoteo, conocida como cubana blanca (Quezada, 2007).



Figura 7. Cubana Blanca POJ 2878.
Fuente: (Khoroshunova, 2019).

4.3. Proceso de elaboración de papel ecológico

4.3.1 Situación a nivel mundial

Productora de papeles S.A. hace parte en la Organización Carvajal S.A.; multinacional colombiana presente en más de 17 países, esta empresa está ubicada en Colombia ofrece productos con pulpas de bagazo de caña de azúcar con proceso en la soda, blanca y sin blanquear, papeles para empaque, para imprenta etc (Delgado, 2018).

La empresa Ecoprínt ubicada en Perú ofrece productos elaborados a partir de bagazo mediante procesos de bajo impacto al medio ambiente, ofrece una amplia gama de productos de calidad, así como papel, vasos y platos biodegradables y compostable 100%ecologicos y económicos (Alva, 2012).

Cubapel es una empresa que se encuentra ubicada en Cuba que crea fuentes sostenibles de diferentes materias primas totalmente integrada para la producción de productos de alta calidad además del azúcar como producto principal. La empresa Cuentan con una amplia red territorial, que garantiza su presencia en todo el país, además de contar con diferentes productos (Hernandez, 1978).

Como ejemplo representativo, la empresa CALIMA ubicada en Colombia manifiesta la siguiente transformación de papel a base de bagazo de la caña de azúcar, la cual consta de varias etapas como son descritas a continuación (Rodriguez, 1991).

- El bagazo es procesado en una máquina de desmedulado, permitiendo la separación mecánicamente de la fibra y la medula, el cual la medula no es apta para la fabricación de papel.
- Apilar las fibras y sumergirlas en flotas de bacterias naturales para mantener la celulosa en buen estado, prevenir la formación de hongos y bacterias, además evitar incendios y garantizar su seguridad. Cuando llega el momento de su uso, la fibra vuelve a flotar y entrar al digestor a través del canal de agua, el resto del bagazo genera energía para la caldera.
- En el fermentador, la fibra se realiza mediante cocción en sosa cáustica y vapor, por lo que la fibra se despulpa y pasa a través de un filtro de lavado.
- Mediante filtros, la pulpa se separa de otros materiales residuales. Posteriormente se purifica de impurezas y avanza hacia el sector del blanqueo.
- La pulpa se blanquea químicamente sin la necesidad de utilizar químicos para obtener pulpa blanca, seguidamente se envían a la máquina de papel y para

obtener papel de color, se colorean a partir de una gran cantidad. Colores pastel como amarillo canario, verde, rosa y huesos. Usan un color diferente cada mes, porque todas las máquinas deben limpiarse una vez terminadas para evitar que otro color invada la masa.

- Se utiliza una malla giratoria para que por medio de ello drene el líquido de la pulpa a través de la red de plástico giratoria. Se produce papel continuo, se prensa y se seca al vapor. La hoja pasa por un sistema de rodillos para darle la suavidad y el grosor requeridos, y luego pasa por una rebobinadora.
- El papel continuo se enrolla en rollos grandes. Cortar los rollos de diferentes tamaños ya sea anchos, largos y luego transfiéralos al departamento de procesamiento.
- Finalmente, estos rollos pasan al sector de conversión ya sea el papel en bobinas, resmas y formas continuas, empaquetadas.

4.3.2 Situación a nivel nivel nacional

La industria del papel y cartón se encuentra en una posición de liderazgo en la economía ecuatoriana, y sus productos derivados tienen una gran participación en el día a día de la población, por los diversos productos que brinda su cadena y las actividades vitales que cumplen.

Papelera Nacional S.A. es una empresa que inicio las operaciones en 1968, produce papel kraft y montaje de pulpa de bagazo de caña de azúcar, para así aprovechar las materias primas fibrosas generadas del azúcar del Ingenio San Carlos, las que son utilizadas en las fabricaciones de papel (Vernaza, 2019).

Boga Fundas de Papel es una empresa está ubicada en el norte de Quito con el crecimiento de la producción, cuenta con una fábrica en la zona de Solca con un total de 8 máquinas, entre impresoras para fundas y armadoras de fundas y vasos. La producción actual cubre ocho líneas de producción. Por ejemplo, dedicada a boutiques, regalos, comida rápida o comida (como café), pan y otros productos. Además, la empresa también produce vasos de cartón y bolsas de papel industriales (Boga, 2006).

Productora Cartonera S.A. (PROCARSA), se constituyó en la ciudad de Eloy Alfaro, cantón Durán en Guayas entre su producción se encuentra la fabricación de papel, utilizando materiales reciclados y reutilizando energía y agua, se esfuerza por

minimizar el impacto en el medio ambiente en todas las etapas del proceso (Maridueña, 2017).

"Biodegradables Ecuador" es una empresa ubicada en Guayaquil la cual dispone de una variedad de productos desechables biodegradables tales como, platos, cubiertos, sorbetes, vasos, recipientes, contendores "bowls",fundas y tapas, la cual cuenta con el siguiente proceso (Celine, 2017).

- **Cañaveral:** Con la cosecha de la caña de azúcar comienza el proceso de fabricación de papel en el campo. Durante la cosecha, la caña de azúcar recolectada se transporta al ingenio azucarero.
- **Trapiches:** En un ingenio azucarero se muele la caña de azúcar para obtener jugo para la producción de azúcar por un lado y jugo de bagazo por el otro.
- **Planta de desmedulado:** El bagazo se procesa en una planta de desmedulado donde las fibras de caña de azúcar se separan mecánicamente de la médula. La fibra se almacena en la playa de bagazo. La médula ósea se quema en la caldera para producir vapor y energía.
- **Playa de bagazo:** Después del tratamiento biológico, las fibras se mantienen en una pila para proteger las fibras. Cuando llega el momento de su utilización, la pila de fibras flotará a través del canal de circulación del agua.
- **Zarandas:** la suspensión de fibra en agua llega hasta las zarandas vibratorias las cuales retiran el agua. La fibra se dirige hacia la Planta de Pulpa, y el agua se usa para regar el campo de caña de azúcar.
- **Digestión:** en los digestores la fibra recibe el proceso a la soda, una cocción en soda cáustica y vapor para eliminar la lignina, que es el "cemento" natural que une la fibra. Por tanto, la fibra se convierte en pulpa y pasa a través del filtro de lavado.
- **Lavado de pulpa:** en los filtros es separa la pulpa, de color marrón, del licor residual, de color negro el cual es enviado a una caldera de recuperación. El licor negro residual se convierte en soda cáustica y se utilizada nuevamente en el digestor.
- **Máquina de papel:** Con la ayuda de una malla de plástico giratoria, se drena el líquido de la pulpa. Se produce papel continuo, se prensa y se seca al vapor. El

papel pasa por el sistema de rodillos para que tenga la suavidad y el grosor requeridos, y luego entra en la rebobinadora.

- **Bobinadora:** El papel continuo se enrolla en un rollo grande, llamado popes, en la bobinadora son cortados según los diferentes productos de papel a obtener, el papel se corta en rollos de diferentes anchos.

4.3.3 Situación a nivel local

A nivel de la región amazónica hasta el momento no se ha reportado investigaciones a cerca de la producción de papel ecológico lo cual sería una buena oportunidad para proponer un procedimiento que permita realzar la importancia de los diferentes usos que se le pueden dar al bagazo.

4.4 Propuesta de un proceso de producción para la elaboración de papel ecológico a partir de bagazo de caña de azúcar a ser aplicado en el futuro en la ciudad de Puyo.

4.4.1 Proceso para la elaboración de papel ecológico

En la figura 8 se ofrece un diagrama de bloques en el que se aprecia una posible vía para el establecimiento de la producción de papel ecológico a través del bagazo de la caña de azúcar, basado en el estudio bibliográfico (Casares, 2014).

El proceso de la elaboración de papel a partir del bagazo de la caña de azúcar comienza cuando el bagazo sale de las industrias productoras y luego se transporta a la planta de producción, donde se almacena y procesa posteriormente.

Para el presente proyecto que propone la producción de papel a base de bagazo se utilizará los siguientes equipos.

- Triturador de bagazo
- Tambor girador
- Pulper
- Máquina de Papel
- Prensa
- Cilindros secadores
- Máquina de lisado
- Bobinadora de papel
- Cortador de papel

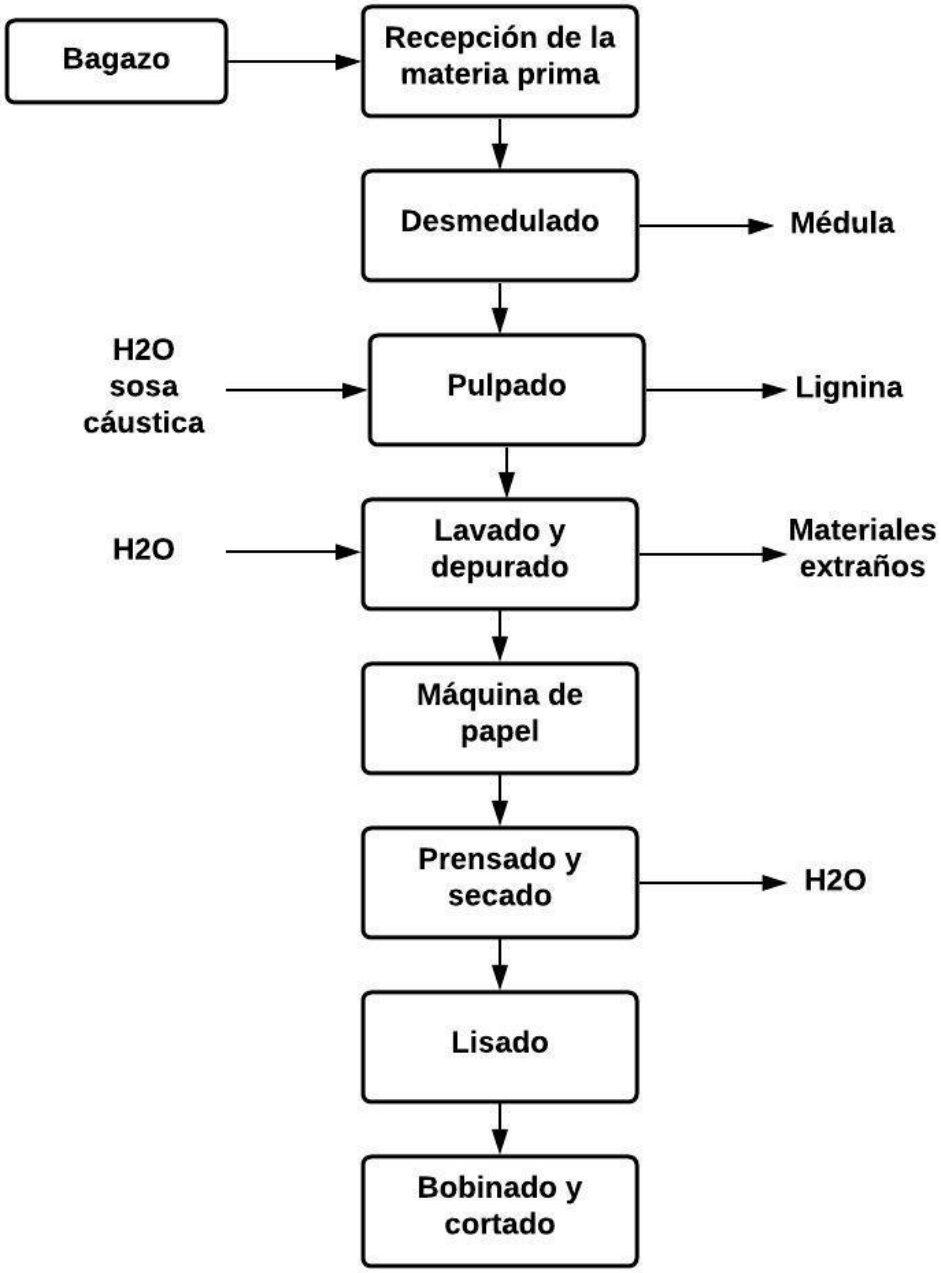

Figura 8. Proceso para la elaboración de papel ecológico.
Fuente: (Casares, 2014).

A continuación, se describen las etapas recogidas en el diagrama de bloques de la figura 8.

Recepción de la materia prima

Consiste en almacenar el bagazo proveniente de las industrias productoras en un lugar amplio y cubierto con un 50% de humedad, lo que permite proteger su buen estado respecto a factores climáticos y otros factores. Uno de los factores importantes para dicho almacenamiento son las reglas de seguridad que deben seguirse para garantizar una buena ventilación y protección contra incendios. Posteriormente, el bagazo es almacenado y transportado al sistema de triturado.

Desmedulado o Triturado

El bagazo ingresa tal como sale del trapiche con una humedad del 50% se emplea este método ya que brinda una mayor eficiencia en la separación de las medulas, el bagazo es procesado en una maquina trituradora, donde se separa mecánicamente la fracción rica en fibra de la médula que no es apta para la fabricación de papel, sin embargo, la medula es utilizado para la quema en las calderas para producir vapor y energía. Se utilizo el triturador hydrapulper es un equipo rotor que separan y extraen a gran velocidad y se adapta mejor para tratar el bagazo húmedo que viene directamente de las industrias productoras.

La máquina Hydrapulper es un triturador el cual está específicamente diseñado para triturar materiales orgánicos, el triturador cuenta con un sistema de martillos que nos permite aprovechar al máximo las materias primas (Figura 9).

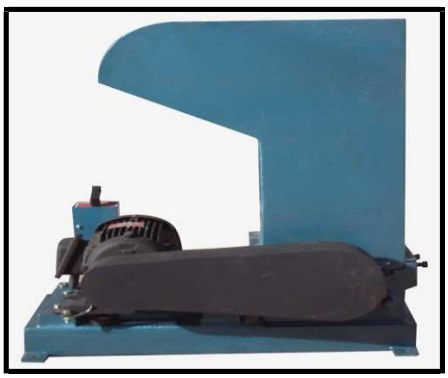

Figura 9. Equipo para el desmedulado o Triturado del bagazo.
Fuente: (Yingwang, 2015).

Cocción

En esta etapa se realiza la preparación de pasta por medio de un digestor continuo (Figura 11) mediante el proceso a la soda caliente consiste cocer el bagazo en digestores a presión con una solución de soda caustica, es el más limpio de todos los procesos de pulpeo esta tiene la finalidad de separar la parte de la lignina contenida en la fibra de la caña de azúcar. El tiempo que prácticamente debe durar la cocción y además la cantidad necesaria de productos químicos que se emplea depende si se va usar o no un sistema de recuperación en este caso no se utilizara un sistema de recuperación de productos químicos por lo tanto la concentración química del licor de cocción debe ser menor, por lo general entre 14 y 16 % es decir que la cocción es de dos horas a una temperatura de 170ºC y empleando un 15% de soda caustica el rendimiento máximo que alcanza es de un 53-55 % en celulosa sin blanquear.



Figura 10. Digestor.
Fuente: (Zambrano D. , 2016).

Lavado y depurado

La pulpa es enviada a un tanque (Figura 11), donde se realiza la depuración, en esta etapa la pulpa presenta un color café. Seguidamente pasa al cuarto de filtros lavadores en contracorriente donde es separa la pulpa de licor residual del cocimiento "licor negro", posteriormente es enviada al sistema de limpieza donde se realiza una separación fina y fina de materiales indeseables entre ellos arena e impurezas. La pulpa café obtenida puede continuar al proceso de blanqueo, en este caso la pulpa es usado en máquinas papeleras destinadas a la fabricación de papel naturales o sin blanquear.



Figura 11. Lavado y Depurado.
Fuente: (Huatao, 2015).

Uno de los sistemas que actualmente son utilizados es el de contracorriente, porque el punto final de la lavadora se alimenta de agua fría y agua caliente permitiendo resultados eficientes.

Máquina de papel

Este es el elemento más importante a tomar en cuenta a la hora de la producción de papel a base de bagazo. Aquí, la pulpa suspendida se convierte en papel. Aunque hay varios tipos, el más utilizado es una máquina de mesa plana en el cual mediante una malla plástica giratoria, se drena el líquido de la pulpa. Básicamente, es una caja alargada en la que circula la pasta. En su extremo inferior, hay una abertura en su longitud, a través de la cual sale la película de pasta. El ancho de la abertura está controlado por los labios. Al aumentar la distancia entre ellos deja caer la cantidad, al controlar la salida de la pasta de los labios, se pueden obtener diferentes propiedades de la hoja conformada, se produce así mismo una hoja de papel continua.



Figura 10. Máquina de papel.
Fuente: (Fujian, 2019).

Seguidamente, en una malla muy fina se coloca la pasta de papel, donde comienzo el drenaje y el secado. La primera parte del secado se realiza por acción de la gravedad, el agua cae atravesando la tela y las fibras quedan en la parte superior, el exceso de agua no evacuada se la extrae con los siguientes procesos:

Un gran rodillo hueco, cuyo exterior está cubierto con una malla. Se coloca encima de la tela y está en contacto directo con el papel. Usa presión y, en algunos casos, también usa una bomba de vacío, que exprime el agua. También puede tener una serie de imágenes en relieve, que producirán una marca de agua cuando se presionen sobre papel húmedo.

Prensado y Secado

Una vez que el papel ha ganado consistencia, se debe eliminar toda la humedad posible, en esta etapa se requiere presión y calor. La presión se aplica mediante un par de rodillos de goma; se forma una cinta de fieltro entre el rodillo y el papel, y la cinta de fieltro absorbe el agua descargada por la presión del rodillo, tal y como se observa en la figura 13.



Figura 11. Máquina de prensado.
Fuente: (Coparm, 2019).

La prensa se coloca sobre la parte superior de la tela que está en contacto directo con el papel, y el exceso de agua se elimina por presión, por lo que el papel comienza a tener consistencia y se coloca en la sección de secado.

Posteriormente, la banda de papel prensada pasa por una serie de rodillos huecos, donde circula vapor a temperaturas altas, para ello está equipada con una manta de fieltros que evitan que el papel se aleje del cilindro, ayudando así a que el papel se seque y guiando el papel a través de los cilindros (Figura 14).

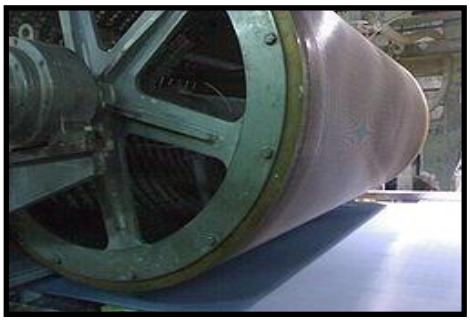

Figura 12. Máquina de secado.
Fuente: (Han, 2018).

Lisado

Después del secado, las fibras se conectan y eventualmente se convierten en lo que se considera papel, para ello se recomienda utilizar una máquina de lisado. Hay que tener en cuenta que el papel a base de bagazo requiere una suavidad especial, que se consigue presionando entre dos rodillos denominada "lisas". En esta fase final de la formación del papel otra aplicación de las lisas es la de modificar el calibre o grosor del papel mediante presión (Figura 15).

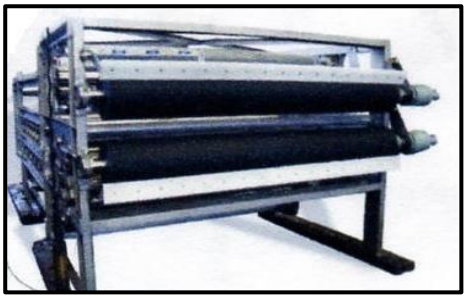

Figura 13. Máquina de lisado.
Fuente: (Fujian, 2019).

Bobinado de Papel

El papel fabricado se suele enrollar en la máquina “Pope” (Figura 16), para que no sufra daño alguno.

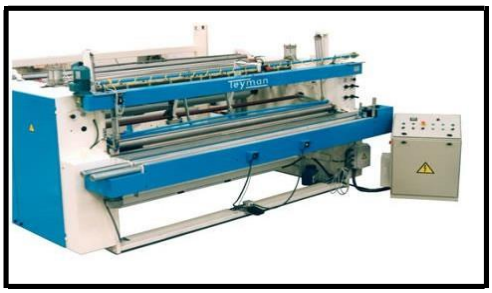

Figura 14. Bobinado de Papel.
Fuente: (Abengoa, 2015).

Cortado del Papel

La máquina de papel entrega una hoja de papel, continuamente, con un ancho fijo. En esta etapa se eliminan los defectos y las hojas se cortan en una determinada longitud de acuerdo con el tamaño de producción y medidas requerido, y se dividen en paquetes para su posterior almacenamiento y venta.



Figura 15. Cortado de papel.
Fuente: (Gaobao, 2019).

Desde un punto de vista de la disponibilidad de la materia prima, se estima que la capacidad de bagazo en la provincia de Pastaza es de: 17942000kg mediante el cual se obtendría 2179983kg de papeles (Méndez, 2018).

En resumen, se considera que es posible obtener papel ecológico, a través de la metodología propuesta, siempre y cuando se minimice el uso de productos químicos. El papel obtenido de esta manera no sería un papel blanco y puede que sean visibles algunas fibras de la materia prima original, sin embargo, puede ser utilizado para fundas, envoltorios, etc., y de esa manera favorecer el aprovechamiento del bagazo de la caña de azúcar.

4.5 Conclusiones

- Las características físico-químicas del bagazo lo hacen apto para su utilización como materia prima para la fabricación de papel, ya que está compuesto por fibras ricas en celulosa que pueden aprovecharse al 100%, se identificó la longitud y ancho de la fibra confiriéndole al papel buena resistencia, ya que cuanto menor es la relación larga/ancho, mayor es la flexibilidad de las fibras y mayor la posibilidad de producir un papel de buena calidad.
- Mediante revisión bibliográfica se verifico los diferentes procesos para la obtención de papel a nivel mundial y nacional, de modo que existen diferentes procedimientos para obtener la pulpa siendo uno de los procesos muy importantes que se utilizan hoy en la actualidad a escala comercial, considerando como materia prima principal al bagazo de la caña de azúcar, además esto involucra las diferentes tecnologías avanzadas que se utilizan en cada una de las etapas permitiendo la facilidad de obtener dicho producto.
- Se concluyo que el papel ecológico proviene de procesos amigables al medio ambiente utilizando al 100% como materia prima al bagazo de la caña de azúcar, por ende, el proceso de tratamiento químico que utilizan en la transformación del bagazo en pulpa, se requiere menos agentes químicos dando como ventaja el tiempo promedio de descomposición es decir que un papel biodegrable bajo tierra se descompone en solo siete días y además ayuda a la facilidad al momento del tratamiento de las aguas residuales.

4.6 Recomendaciones

- Llevar a la práctica el proyecto, tomando en consideración la presente investigación ya que puede garantizar una considerable rentabilidad y un buen posicionamiento dentro de la provincia de Pastaza.
- Analizar y plantear los mecanismos necesarios para conocer las características físico-químicas, no solamente al bagazo de la caña de azúcar, sino de también sobre los diferentes residuos que contengan celulosa que muchas de las veces hoy en día son dejadas a la interprete sin ser utilizados para algún fin.
- Socializar a las pequeñas paneleras la importancia que tiene el bagazo y diferentes residuos como materia prima para la fabricación de papel ecológico
- Instar a las autoridades a tomar más interés y apoyar mediante capacitaciones a las pequeñas paneleras para la realización de diferentes procesos tomado en práctica los conocimientos e investigaciones que existen a nivel mundial en el que utilizan diferentes residuos con la finalidad de experimentar nuevos procesos a nivel nacional y local en el que aumentaría la parte económica y reducción de desechos obteniendo un producto de calidad.
- Concientizar a la población sobre el manejo de los residuos para evitar daños ambientales.

REFERENCIAS

Acosta, D. (07 de 2009). Influencia del método de plantación en el crecimiento inicial de *la caña de azucar*. Obtenido de http://201.159.223.17/bitstream/123456789/46/1/T.AGROP.B.UEA.1003

Acosta, P. (2020). El origen del papel. *bolsalea.com*, 1. Obtenido de: https://www.bolsalea.com/blog/2011/09/el-origen-del-papel-3/

Aguilar, N. (2010). Efecto del almacenamiento de bagazo de caña en las propiedades físicas de celulosa grado papel. *scielo.org, 12*(2), 2. Obtenido de: https://www.bolsalea.com/blog/2011/09/el-origen-del-papel-3/

Alva, M. (2012). *empresa Ecoprínt*. Obtenido de https://ecoprintperu.com/tienda/

Arevalo, A. (2012). Bagazo de caña. *slideshare.net*, 2- 3. Obtenido de : https://es.slideshare.net/arturoarev/bagazo-de-caa

Baeza, D. (2017). Procarsa Productora cartonera S.A. *http://procarsa.com.ec/* , 1. Obtenido de: http://procarsa.com.ec/index.html

Becerra, A. (2016). Evaluacion de la sustentabilidad del aprovechamiento del bagazo de la caña. Obtenido de Universidad distrital Francisco: http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/3267/1/Documento%20de%20Tesis%20de%20Maestr%C3%ADa.pdfe

Boarini, J. (2006). Utilización de bagazo de caña de azucar. doi:http://biblio3.url.edu.gt/Tesis/2006/03/06/boarini-jonathan/boarini-jonathan.pdf

Boga. (2006). Fundas de Papel. *Fundasdepapel.com*, 1. Obtenido de http://fundasdepapel.com/

Bueaño, D. (2009). Influencia del método de plantación en el crecimiento inicial de la caña de azucar. *U.E.A.* Obtenido de http://201.159.223.17/bitstream/123456789/46/1/T.AGROP.B.UEA.1003

Casares, M. (02 de 2014). *Creación de una empresa dedicada a la frabricación de papel.* Obtenido de https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6249/1/UPS-QT04741.pdf

Caza, C. (18 de 10 de 1954). Bagazo de la caña de azúcar como materia prima para papel y celulosa. Obtenido de file:///C:/Users/PC1/Downloads/S5400914.pdf

Celine, D. (2017). Obtención de pulpa para la fabricación de papel. Obtenido de http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/1298/BC-TES-TMP-131.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CONAN. (2007). Programa de apoyo a la descentralizacion. *pastaza.gob.ec*, 40 .

Coparm. (2019). Máquina de prensado. Obtenido de: *http://coparm.es/contatti/*, 1.

Delgado, J. (2018). Productora d papeles S.A. *propal.com*. Obtenido de https://www.propal.com.co/

Fujian, J. (2019). wangdagroup. Obtenido de :*https://www.wangdagroup.com/*, 1.

Gaobao, Z. (2019). Maquina de corte de papel. *hightopchina.com/*, 1. Obtenido de http://www.hightopchina.com/

Garza, G. (2016). Caña de azúcar, energizante y deliciosa. *2000agro.com.mx*, 1. Obtenido de http://www.2000agro.com.mx/organicos/cana-azucar-energizante-deliciosa/

Gaver, T. L. (1986). *La industria de los derivados de la caña de azucar*. Científica-Técnico. Obtenido de https://www.academia.edu/10903426/LA_INDUSTRIA_DE_LOS_DERIVADOS_DE_LA_CA%C3%91A_DE_AZ%C3%9ACAR

Gonzales, K. (07-12 de 2016). Propiedades Físicas y químicas de residuos para la elaboración de papel. *Luna azul*(43), 499-517. Obtenido de https://www.redalyc.org/pdf/3217/321745921021.pdf

Gualotuña, L. (2013). Identificación de variedadesde cñas paneleras. Obtenido de http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1040/1/T-UCE-0004-16.pdf

Guanoluisa, E. (2014). Respuesta a la fertilización orgánica de tres variedades de caña de azucar en la parroquia simon bolivar provincia de pastaza. *repositorio.uea.edu.ec*, 11.

Han, L. (2018). Maquina secadora. Obtenido de:*https://www.papermakingcase.com/*, 1.

Hernandez, A. (1978). *Empresa Cubapel*. Obtenido de https://www.ecured.cu/Empresa_del_Papel_CUBAPEL

Herrera, M. (2019). Fases del proceso de fabricación del papel. *calima-eco.com*, 1. Obtenido de: https://calima-eco.com/es/como-se-hace-el-papel-de-la-cana-de-azucar-2/

Hervas, I. (2012). Diferencia entre papel ecologico y papel reciclado. *bolsas-de-papel.com*, 2. Obtenido de : https://www.shalbaida.com/blog-sh-albaida/diferencias-papel-reciclado-ecologico/

Huatao. (2015). Maquina de lavado y depurado. Obtenido de: *http://es.huataogroup.com/*, 1.

ICIDCA. (2000). Manual de Derivados de la Caña de Azúcar - ICIDCA - 2000.pdf. *es.scribd.com*, 54. Obtenido de https://es.scribd.com/document/396970611/Manual-de-Derivados-de-la-Cana-de-Azucar-ICIDCA-2000-pdf

INECO. (2015). Maquinas para corte y bobinado . Obtenido de:*elempaque.com*, 1.

Intriago, G. (11 de 2017). Aprovechamiento del residuo del bagazo de la caña de azucar . Obtenido de ESPAMMFL: http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/674/1/TMA153.pdf

Kaczmarek, H. (2018). Materiales para el envases de alimentos . *guiaenvase.com*, 5.

Khoroshunova, O. (2019). Foto de archivo - Plantación de caña de azúcar. *es.123rf.com*, 4. Obtenido de https://es.123rf.com/photo_7302491_plantaci%C3%B3n-de-ca%C3%B1a-de-az%C3%BAcar-provincia-de-khanh-hoa-vietnam-.html

Krystle, G., & Daza, D. (2016). Evaluación de la propiedades físicas y químicas de residuos sólidos organicos a emplearse en la elaboración de papel. *Luna azul*(43), 499-517. Obtenido de https://www.redalyc.org/pdf/3217/321745921021.pdf

Lara, T. (2012). Mejoramiento de la comercialización de la empresa Absopelsa papeles. Obtenido de http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/172/1/T-UCE-0005-23.pdf

López, A. (2016). OBTENCIÓN DE CELULOSA A PARTIR DE BAGAZO. *Agro Productividad*, *9*(7), 2. Obtenido de: file:///C:/Users/user2/Downloads/784-Otro-1446-1-10-20180817%20(1).pdf

Maari, T. (2017). Residuos de la caña para producir papel reciclado, peliculas y geles. *residuosprofesional.com*, 1. Obtenido de residuosprofesional.com/bagazo-cana-azucar-pape reciclado/#:~:text=El%20bagazo%20es%20el%20residuo,400%20toneladas%20de%20papel%2Fdía.

Maridueña, M. (2017). Procarsa. *http://procarsa.com.ec/cont%c3%a1ctenos.html*. Obtenido de http://procarsa.com.ec/cont%c3%a1ctenos.html

Martínez, L. (2013). Paja de la caña de azúcar. Obtenido de: *redalyc.org*, *47*(2), 16-17.

Martínez, M., & José, H. (2012). Caracterización de hojas de mazorca de maíz y de bagazo de caña para la elaboración de una pulpa celulósica mixta. *scielo.org.mx*, 3-9.

Melgar, M. (2012). El cultivo de caña de azucar en Guatemala. *cengicana.org*, 428. Obtenido de https://cengicana.org/files/20170103101309141.pdf

Méndez, G. M. (2018). Proceso tecnológico para la obtención etanol carburante con hidrólisis enzimático del bagazo de caña en la provincia de Pastaza. Obtenido de: http://201.159.223.17/bitstream/123456789/680/1/T.AGROIN.B.UEA.2054

Plaza, C. (2009). Tipos de caña de azucar. *cristianmauricioplaza.blogspot.com/*, 1. Obtenido de http://cristianmauricioplaza.blogspot.com/2009/09/la-cana-violeta-o-saccharum-violaceum.html

Quezada, W. (2007). *Guia técnica de la Agroindustria Panelera.* Obtenido de http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/934/1/Gu%C3%ADa%20T%C3%A9cnica%20de%20Agroindustria%20Panelera.pdf

Quintero, J. (2016). Aprovechamiento del bagazo de caña de azúcar en la fabricacion de bloques ecológicos para mamposteria liviana. *ceaa.espoch.edu.ec/*, 6.

Radillos, V., & Salazar, E. (2015). Pasta y azúcares fermentables a partor de la médula de bagazo de caña. *Madera y bosque, 21*(2), 117-130. doi:http://www.scielo.org.mx/pdf/mb/v21n2/v21n2a8.pdf

Ramírez, E. (2016). Proyecto de una planta de papel a partir de bagazo de caña de azucar. *Universidad Nacional de Asuncion* , 4- 7.

Ricco, J. (2018). Bazo de la caña de azucar. Obtenido de:*https://www.istockphoto.com/*, 1.

Rodriguez, F. (1991). *Actas del x congreso nacional de histora de papel en España.* Obtenido de file:///C:/Users/PC1/Downloads/Dialnet-ActasDelXCongresoNacionalDeHistoriaDelPapelEnEspan-737448%20(1).pdf

Torres, L. (2018). Diferencias entre papel reciclado y ecológico. Obtenido de: *shalbaida.com*, 2.

Vargas, Y. (2018). Aprovechamiento de residuos agroindustriales para el mejoramiento de la calidad del ambiente. *Facultad de ciencias basicas, 14*(1), 59-79. Obtenido de file:///C:/Users/PC1/Downloads/3108-Texto%20del%20art%C3%ADculo-13312-2-10-20190408.pdf

Velázquez, L. (2013). Caracterización de la paja de caña de azúcar y celulosa. *atamexico.com.*, 2.

Vernaza, O. (2019). Papelera Nacional. *papeleranacional.com*, 1. Obtenido de https://papeleranacional.com/nosotros/

Wikipedia., T. M. (2017). Residuos de la caña de azucar para producir papel reciclado, peliculas y geles. *residuosprofesional.com/*, 1. Obtenido de https://www.residuosprofesional.com/bagazo-cana-azucar-papel-reciclado/#:~:text=El%20bagazo%20es%20el%20residuo,400%20toneladas%20de%20papel%2Fd%C3%ADa.

Yingwang, Z. (2015). Máquina trituradora. Obtenido de:*https://spanish.alibaba.com/*, 1.

Zambrano, D. (2016). Digestor.Obtenido de: *dspace.espol.edu.ec*, 50.

Acosta, P. (2020). El origen del papel. *bolsalea.com*, 1. Obtenido de: https://www.bolsalea.com/blog/2011/09/el-origen-del-papel-3/

Baeza, D. (2017). Procarsa Productora cartonera S.A. http://procarsa.com.ec/ , 1. Obtenido de: http://procarsa.com.ec/index.html

Conan. (2007). programa de apoyo a la descentralizacion. *pastaza.gob.ec*, 40 . Obtenido e: http://www.pastaza.gob.ec/leytransparencia/k/agropecuario_2007.pdf

Ramírez, E. (2016). Proyecto de una planta de papel a partir de bagazode caña de azucar. Universidad Nacional de Asuncion , 4- 7. btenido de: www.ing.una.py › biblioteca › resumen-tecnico-tfg-1

Zambrano, Y. (2014). Industria del papel. Obtenido de:*slideshare.net*, 9 - 23.

Buenaño, D. (07 de 2009). *Influencia del método de plantación en el crecimiento inicial de la caña de azucar*. Obtenido de http://201.159.223.17/bitstream/123456789/46/1/T.AGROP.B.UEA.1003

Abengoa, T. (2015). Máquina bobinadora. Obtenido de:*https://www.teyma.com/*, 1.

APENDICES Y/O ANEXOS

Anexo 1











